

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики**  
**Кафедра інформатики, програмної інженерії та економічної**  
**кібернетики**

**ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ**  
**УПРАВЛІННЯ ДВЕРНИМ ЗАМКОМ З ВИКОРИСТАННЯМ**  
**ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ**

**Кваліфікаційна робота (проєкт)**

на здобуття ступеня вищої освіти “бакалавр“

Виконав: студент 4 курсу

Спеціальності 121 Інженерія

програмного забезпечення

Освітньо-професійної програми

«Інженерія програмного

забезпечення» першого

(бакалаврського) рівня освіти

Смирнов Євгеній Володимирович

Керівники: кандидат технічних наук,

доцент Осипова Наталія

Володимирівна, доктор педагогічних

наук, професор Співаковський

Олександр Володимирович .

Рецензент: кандидат фізико-

математичних наук, доцент

Бистрянцева Анастасія Миколаївна

## ЗМІСТ

### ВСТУП

#### РОЗДІЛ 1.

- 1.1. Процес дослідження
- 1.2. Загальні відомості про AI
- 1.3. Як працює AI?11
- 1.4. Майбутнє глибокого навчання, нейромереж і ШІ14
- 1.5. Що вміє AI сьогодні?19

#### РОЗДІЛ 2.

- 2.1. Можливості бібліотеки та її інструментарій
- 2.2. Чим характеризується OpenCV21
- 2.3. Розпізнавання обличчя за допомогою OpenCV26

#### РОЗДІЛ 3.

- 3.1. Підготовка та налаштування мікрокомп'ютера
- 3.2. Архітектура програмного засобу33
- 3.3. Підготовка та підключення всіх компонентів системи36
- 3.4. Тестування37

### ВИСНОВКИ

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ .....	42
Додаток А .....	42
Додаток Б .....	43

## **ВСТУП**

Система розпізнавання обличчя на базі штучного інтелекту знаходить і сегментує ділянки обличчя на вхідному зображенні. Вона має численні програми в таких областях, як системи спостереження та безпеки. Система, що обробляє та аналізує зображення може бути встановлена в будь які комп'ютерні інтерфейси. Деякі з нинішніх систем розпізнавання обличчя роблять процес ідентифікації значно простішим. За допомогою портативної системи ми можемо дати змогу користувачу можливість вдосконалення її. Це може спростити алгоритм виявлення обличчя. Насправді технологія розпізнавання осіб вже проникла в нашу повсякденну діяльність. Вона розблоковує телефони, позначає друзів на Facebook і забезпечує безпеку в будинках. Частково, ці невеликі інтеграції виконують роль вдосконалення технології, надаючи спрощений, прискорений і, в деяких випадках, більш безпечний спосіб використання у повсякденному житті. Це зручне, приватне і узгоджене рішення з технологією розпізнавання може зменшити або навіть розсіяти загальні кліше про спостереження.

### **Актуальність**

Актуальність на момент написання цієї роботи є дуже високою. На сьогоднішній день ці системи допомагають оптимізувати значну кількість галузей. Спеціально розроблена система може навчатись з дуже високою швидкістю та вдосконалювати свій алгоритм розпізнавання та ідентифікації.

### **Мета**

Метою кваліфікаційної роботи є проектування та розробка системи управління дверним замком з використанням технології розпізнавання обличчя на основі отриманого в реальному часі з камери зображення та порівняння його з уже відомою структурною моделлю .

## **Завдання**

Для досягнення мети потрібно було виконати та розібратись з наступними завданнями:

- Проаналізувати та дослідити сучасні та вже існуючі програмні методи для розпізнавання обличчя;
- Розробити та вдосконалити власну архітектуру програмного забезпечення;
- Дослідити роботу нейронних мереж та обрати оптимальну для виконання поставлених завдань;
- Розробити програмне забезпечення для пошуку, та аналізу структурних моделей обличчя;
- Налаштувати робоче оточення на базі UNIX систем;
- Розробити систему управління електромеханічним замком користуючись засобами на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi;
- Протестувати та оптимізувати роботу системи.

## **Об'єкт дослідження**

Програмні системи управління пристроями.

## **Предмет дослідження**

Програмні системи управління пристроями з використанням технології розпізнавання обличчя.

## **Методи досліджень**

Проведення аналізу ефективності роботи оптимізованих нейронних мереж на слабому комп'ютерному залізі та використати дані аналізу для управління системою безпеки.

## **Наукова новизна**

Наукова новизна роботи полягає в:

1. Виробленні рекомендацій на тему засобів ідентифікації.
2. Використанні доступних готових нейронних мереж для створення системи.

3. Реконструюванні системи безпеки на прикладі електромеханічного замка.

### **Практична цінність**

В ході роботи був розроблений прилад який управляє замком на основі отриманого зображення з відеокамери в реальному часі.

Досягнення зазначеної мети здійснюється шляхом вирішення таких основних завдань:

1. Загальні відомості про розпізнавання обличчя.
2. Зрозуміти і навчитися користуватись Raspberry Pi.
3. Навчитися користуватись linux, Python та OpenCV.
4. Написання основного коду програми.
5. Навчання програми, та внесення коректив в її роботу.
6. Проектування та системи управління замком.
7. Тестування роботи.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО AI

#### 1.1 Процес дослідження

Процес дослідження вдавав із себе ітеративний набір експериментів.

Кожен експеримент складався з 4 фаз:

- Роздуми.
- Реалізація.
- Запуск.
- Аналіз результатів.

У першій фазі досліджувався теоретичний матеріал (читання наукових статей, опису алгоритмів). У другій фазі ця ідея реалізовувалася в кодї. Потім проводиться пошук помилок в кодї за допомогою тестування. По завершенні тестування запускалась програма збору статистики. Програма збору статистики запускала модуль розпізнавання для пар фотографій з тестової вибірки.

Кожна фотографія порівнювалася з кожною 1 раз, але не сама з собою. Після цього загальна статистика записувалася в окремий Excel-файл, де кожен рядок - це окремий експеримент. Маючи кілька результатів експериментів можна було вибрати кращий і виходячи з цього вибирати подальший напрямок для дослідження.

Чим менше відношення середнього серед «своїх» фотографій до середнього серед «чужих», тим краще. Файл з докладною статистикою сортувався в порядку зростання дистанції. Ідеальним результатом вважалося, якщо максимальна дистанція порівняння фотографій одного і того ж об'єкта менше, ніж мінімальна дистанція порівняння фотографій різних людей (і чим більша різниця, тим краще). Вміст цього файлу, згенерованого фінальною версією програми, запущеної на тестовій платформі перевірявся.[1]

В ході всього дослідження було проведено більше 20 досліджень, з них 14 були найбільш значущими і були задокументовані (додаток 1). Останній експеримент показав найкращі результати і був обраний фінальним. Ставлення середніх з результатом округлення склало 0.276; максимальна дистанція у «своїх» фотографій склала 23.77425, а мінімальна у «чужих» - 34.00935.

На основі результатів роботи фінальної версії була створена процентна метрика (таблиця 1.1). В першу чергу це було зроблено для порівняння з «еталонної» комерційної системи розпізнавання, розробленої компанією VisionLabs, яка повертає результат порівняння у вигляді відсотка впевненості. Для порівняння була використана нова розширена вибірка фотографій «МУСТ». Звідти були взяті фотографії 10 людей, 3 фотографії кожного. Стратегія порівняння така ж: «кожен з кожним» (Таблиця 1.1).

*Таблиця 1.1.*

Результати роботи розпізнавання на розширеній вибірці

	свої	чужі		
	середнє	у	середнє	у
<b>Власна розробка</b>	79.897354%	26.32361%	9.564245%	9.374744%
<b>VisionLabs</b>	99.0138%	3.16296994%	6.1211834%	15.611576%

Для виявлення відсотка помилкових визначень було прийнято, що, якщо дистанція при порівнянні 2 зображень більше, ніж 28.8918 (середнє арифметичне від максимальної дистанції у «своїх» фотографій - 23.77425 і мінімальної у «чужих» - 34.00935), то на зображеннях різні люди, якщо менше або дорівнює, то на зображеннях один і той же чоловік. Так як VisionLabs повертає відсоток упевненості, де 100%[3] -

це точно один і той же чоловік, 0% - точно різні, серединою було прийнято вважати 50% (таблиця 1.2). Використовувалася розширена вибірка.

Таблиця 1.2

Кількість помилок при розпізнаванні на розширеній вибірці (435 порівнянь)

	false positive	false negative	всього
Власна розробка	6/435	4/435	10/435(~2.3%)
VisionLabs	20/435	0/435	20/435(~4.6%)

Тому в ході дослідження в якості програмної бази для розробки була бібліотека OpenCV.

Таблиця 1.3

Загальна статистика експериментів

	свої	чужі	ставлення*		
	середнє	у	середнє	у	
Експеремен т 1	24.412864	8.85932	40.49236	10.066717	0.6028
Експеремен т 2	23.679071	8.847048	41.14884	9.27761	0.5754
Експеремен т 3	31.219543	7.8973794	60.17529	8.199984	0.5188
Експеремен т 4	31.90894	7.8973794	60.17528	8.19984	0.5188
Експеремен т 5	52.95416	36.936806	86.11484	28.615545	0.6149
Експеремен т 6	35.83384	11.417789	73.51707	12.095636	0.48745
Експеремен т 7	63.631996	52.24717	136.93749	58.7277	0.4646



<b>Експеремен т 8</b>	48.609339 8	33.39628	109.30026	38.113407	0.4447
<b>Експеремен т 9</b>	42.02643	29.43545	95.0888932	50.40269	0.4413
<b>Експеремен т 10</b>	17.993512	5.1304098	45.593776	6.726656	0.3946

## 1.2 Загальні відомості про AI.

Спершу треба визначитись з термінологією. Є таке уявлення що штучний інтелект дуже подібний людському, тобто він може самостійно думати та приймати якісь рішення. Але це не так, усі існуючі системи на базі штучного інтелекту заздалегідь навчені в рамках алгоритмів та програмного коду, який заздалегідь встановлює жорсткі правила щодо навчання чи роботи нейронної мережі.[6]

Іноді алгоритми можуть бути неймовірно потужними, але все одно завжди є певні обмеження щодо їх роботи, навчання і тд. Машина розуміють тільки те що заздалегідь їм закладено розуміти, самостійно відхилятися від алгоритму дії можуть далеко не всі нейронні мережі, та це не завжди доцільно, оскільки потрібно цей момент опрацьовувати алгоритмом який не призначений для тих чи інших операцій, тож можна зробити висновок, до того що це буде не «свідоме» рішення системи. Тобто на виході можуть бути не «валідні» дані.

Штучний інтелект (ШІ) дозволяє комп'ютерам навчатися на власному досвіді, адаптуватися до заданим параметрам і виконувати ті завдання, які раніше були під силу тільки людині. У більшості випадків реалізації ШІ - від комп'ютерних шахістів до безпілотних автомобілів - вкрай важлива можливість глибокого навчання і обробки природної мови. Завдяки цим технологіям комп'ютери можна «навчити» виконання певних завдань за допомогою обробки великого обсягу даних і виявлення в них закономірностей.[3]

### У чому полягає важливість штучного інтелекту?

1. ШІ дозволяє автоматизувати повторювані процеси навчання і пошуку за рахунок використання даних. Однак ШІ відрізняється від роботизації, в основі якої лежить застосування апаратних засобів. Мета ШІ - НЕ автоматизація ручної праці, а надійне і безперервне виконання численних великомасштабних комп'ютеризованих задач. Така автоматизація вимагає участі людини для початкового налаштування системи та правильної постановки питань.[2]
2. ШІ здійснює глибокий аналіз великих обсягів даних за допомогою нейромереж з безліччю прихованих рівнів. Кілька років тому створення системи виявлення шахрайства з п'ятьма прихованими рівнями було практично неможливим. Все змінилося з колосальним зростанням обчислювальних потужностей і появою «великих даних». Для моделей глибокого навчання необхідна величезна кількість даних, так як саме на їх основі вони і навчаються. Тому чим більше даних, тим точніше моделі.[8]
3. ШІ робить існуючі продукти інтелектуальними. Як правило, технологія ІІ не реалізується як окремий додаток. Функціонал ШІ інтегрується в наявні продукти, дозволяючи вдосконалити їх, точно так же, як технологія Siri була додана в пристрої Apple нового покоління. Автоматизація, платформи для спілкування, боти і «розумні» комп'ютери в поєднанні з великими обсягами даних можуть поліпшити різні технології, які використовуються вдома і в офісах: від систем аналізу даних про безпеку до інструментів інвестиційного аналізу.
4. Глибинні нейромережі дозволяють ШІ досягти безпрецедентного рівня точності. Наприклад, робота з Alexa, пошуковою системою Google Search і сервісом Google Photos [4] здійснюється на базі глибокого навчання, і чим частіше ми використовуємо ці

інструменти, тим ефективніше вони стають. У галузі охорони здоров'я діагностика ракових пухлин на знімках МРТ за допомогою технологій ШІ (глибоке навчання, класифікація зображень, розпізнавання об'єктів) по точності не поступається висновками висококваліфікованих рентгенологів.

5. ШІ адаптується завдяки алгоритмам прогресивного навчання, щоб подальше програмування здійснювалося на основі даних. ШІ виявляє в даних структури і закономірності, які дозволяють алгоритму освоїти певний навик: алгоритм стає класифікатором або предикатори. Таким чином, за тим же принципом, за яким алгоритм освоює гру в шахи, він може навчитися пропонувати відповідні продукти онлайн. При цьому моделі адаптуються в міру надходження нових даних. Зворотне поширення - це метод, який забезпечує коригування моделі за допомогою навчання на базі нових даних, якщо початковий відповідь виявляється невірним.

### **1.3 Як працює AI?**

Сьогодні машини здатні відтворювати поведінку людини, але без свідомості. У майбутньому їх навички можуть вирости до такої міри, що вони стануть машинами з усвідомленістю, чутливістю і розумом.

Якщо машинне навчання (ML) і глибоке навчання (DL) - це штучний інтелект, зворотнє твердження невірне. Наприклад, діаграми знань або механізми правил є штучним інтелектом, але не підпадають під ML або DL. Глибоке навчання є галуззю машинного навчання.

ШІ значно еволюціонував завдяки, зокрема, появі хмарних обчислень і великих даних, тобто потужності недорогих обчислень і доступності великої кількості даних. Таким чином, машини більше не програмуються, а вчаться.

#### **Машинне навчання: автономне навчання**

Машинне навчання здатне відтворювати поведінку за допомогою алгоритмів, які в свою чергу забезпечуються великою кількістю даних.

У багатьох ситуаціях алгоритм дізнається, яке рішення прийняти і створює модель. Машина може автоматизувати завдання в залежності від ситуації.

Наприклад, щоб машина могла вивчити концепцію тварини, інженер збирає велику кількість прикладів про тварин і передає їх алгоритму. Раніше інженер повинен був встановити документ, що засвідчує особу для кішки (у нього є хутро, вуса і т. Д.) І увести ці правила в комп'ютерній програмі. Сьогодні вам потрібно тільки зібрати дані, що робить задачу простіше і швидше. Цей новий спосіб автоматизації призводить до значного прогресу.

Сьогодні нові технології стають все більш роботизованими. Oracle недавно запустила автономну базу даних, автономну базу даних, яка автоматизує керування даними з використанням алгоритмів машинного навчання. Ваше рішення DataWarehouse знижує ймовірність людських помилок, підвищує безпеку і дозволяє адміністраторам базуватися на завданнях з більш високою пріоритетністю. З запуском автономного сховища даних компанія Gartner визначила Oracle як лідера в 2019 року в області рішень для управління даними перед Snowflake.

### **Глибоке навчання: точне розуміння**

Deep Learning спробує зрозуміти концепції більш точно, аналізуючи дані на високому рівні абстракції. Як?

Через нелінійне розуміння. Його робота схожа на роботу мозку. У нейронної мережі послідовні шари даних об'єднуються для вивчення концепцій. Найпростіші мережі мають лише два прошарки: вхідний шар і вихідний шар, кожен з яких може мати кілька сотень, тисяч або навіть мільйонів нейронів. У міру їх збільшення здатність мережі вчитися на все більш абстрактних уявленнях зростає.

Щоб проілюструвати, як працює Deep Learning (DL), уявіть, що нейронні мережі хочуть навчитися розпізнавати людські обличчя. Перший шар має на увазі, що є пікселі, такі фіксують, що кілька пікселів

утворюють ребро, і так далі, поки вони не придбають поняття «особа». Згодом вони зможуть розрізняти конкретні особи.

Google використовував Deep Learning для Alphago, машини, яка перемогла чемпіона світу з гри Go. Кількість можливих позицій на столі більше, ніж кількість атомів в людському світі!

Термін штучний інтелект часто використовується для позначення машинного навчання і глибокого навчання. Насправді, це відноситься до здатності машини самостійно вивчати поняття. Цей конкурс є справжньою технологічною революцією, яка розвивається, особливо в областях бізнес-аналітики та аналітики в цілому.

Oracle розробила повну платформу для аналізу та управління ІТ-операціями, яка об'єднує безліч алгоритмів машинного навчання: виявлення аномалій, синтетичний аналіз, класифікацію, прогнозування, кореляцію ...

Існує два істотно різних підходи до проектування штучного інтелекту.

Висхідний підхід - це коли ми вивчаємо що-небудь що володіє на його думку інтелектом і намагаємося це відтворити, наприклад людський інтелект.

Спадний підхід - це вивчення якої-небудь поведінки, наприклад можливість розпізнавати текст на слух, зчитувати текст з зображення і тд. В основному ми будемо говорити про висхідний напрямок, про створення програм які колись зможуть бути інтелектуальними. Перше що приходить на думку, коли ми говоримо про штучний інтелект - це деякий такий робот, який виглядає як людина і думає як людина. Це уявлення про мету розвитку технологій, який міг би так виглядати, як правило коли ми читаємо про штучний інтелект - це всього на всього комп'ютерна програма яка може думати як людина. Насправді це не так. Штучний інтелект - це алгоритм котрий може вирішувати ту чи іншу задачу. Яку заздалегідь йому заклав в його алгоритм роботи людина-

розробник цього алгоритму. Фактично ШІ - це ціла прикладна область яка займається вивченням і розробкою алгоритмів. Той, хто займається розробкою цих самих алгоритмів пере слідує безліч мотивацій, основні дві - це створення деяких помічників людини. Наприклад: у нас є певний калькулятор, котрий може швидко обчислювати, або алгоритм який дозволяє рекомендувати користувачеві щось краще ніж людина, тому що він здатний обробляти набагато більше даних. А другою мотивацією є повністю замінити дії людини на алгоритми, наприклад на людини якоїсь посади, для збору статистики, підрахунку податків, зборів даних за певними критеріями, оформлення, виправлення і перекладу текстів і тд. Потенційні області застосування і використання штучного інтелекту стають все більш різноманітними:

- розуміння природної мови;
- візуальне розпізнавання;
- робототехніка;
- автономні системи;
- машинне навчання.

#### **1.4 Майбутнє глибокого навчання, нейромереж і ШІ**

Багато фахівців у цій галузі йдуть від академічних досліджень до бізнесу. Джефф Дін - Дизайнер нейронної мережі, він був одним з перших інженерів Google. Джеффри Хінтон Університет Торонто та колишній працівник Microsoft, зараз він працює в Google. Ендрю Нг, Стенфордський дослідник і засновник глибокого навчального проекту Google, зараз працює над цим Байду. Google придбав декілька стартапів, пов'язаних з алгоритмом та робототехнікою. У грудні 2013 року він купив Boston Dynamics разом з іншими стартапами з робототехніки і в січні 2014 року купив компанію у Deep Mind UK UK (за 650 мільйонів доларів), що показало це

Комп'ютерні системи здатні грати в комп'ютерні ігри. Останнім кроком Google у цій галузі стало відкриття бібліотеки програмного забезпечення TensorFlow (програмне забезпечення, яке лежить в основі його діяльності) для залучення талантів працювати з ним, наприклад раніше робилося з Android. Ще одна новинка полягає в тому, що Google розпочав розмови з BlackRock про спільне підприємство з вивчення використання ШІ для вдосконалення інвестиційних рішень. Сірі, віртуальна помічниця

Apple також базується на програмному забезпеченні машинного навчання. У жовтні У 2015 році Apple придбала два стартапи, пов'язані з AI, VocalIQ, орієнтовані на розпізнавання голосу, та Perceptio, який спеціалізується на розпізнаванні зображень. У грудні 2013 року Facebook запустила величезну лабораторію AI, яка працює в Росії Каліфорнія, Лондон та Нью-Йорк на чолі з професором Янном Лекуном з Нью-Йоркського університету, який є одним із Видатні дослідники в галузі глибокого навчання. Facebook також відкрив код для деяких своїх проектів навколо Torch (бібліотека с програмне забезпечення машинного навчання з відкритим кодом).

Розпізнавання зображень, позначення фотографій, віртуальний помічник (називається M) та класифікація статей у службах новин - деякі з них додатки, які Facebook надає AI.

Рекомендаційний механізм Amazon - одна з найвідоміших програм навчання автоматичний, який працює з 1990-х рр. Amazon пропонує послугу навчання автоматично (Служба машинного навчання Amazon) як частина вашого пакету веб-служб (AWS) до що будь-яка компанія використовує свою технологію і призначена для розробників, які не мають досвіду роботи в машинне навчання. Китайський Інтернет-гігант Байду відкрив дослідницьку лабораторію з глибокого вивчення в Каліфорнії і створив систему глибокого навчання комп'ютерному зору,

яка стверджує, що рівень помилок становить 5,98% (в експериментах люди досягли рівня помилок оцінюється 5,1%). [11].

Microsoft обрала свій проект ADAM (Active Directory Application Mode) для розпізнавання зображень. ADAM тестує інший обчислювальний підхід, оскільки він працює на стандартних мікросхемах центрального процесорного процесора (CPU), а не на графічних процесорах. PayPal використовує глибоке навчання для відстеження шахрайських операцій, виявлення складних зразків комп'ютерної злочинності та шахрайства в Інтернеті, а також вчитися у людських фахівців, з якими співпрацює. Глибоке навчання покращує здатність системи швидше адаптуватися до нових моделей. Дивлячись на стартову екосистему, у 2014 році венчурні капітали вклали в ІА7 понад 300 мільйонів доларів.

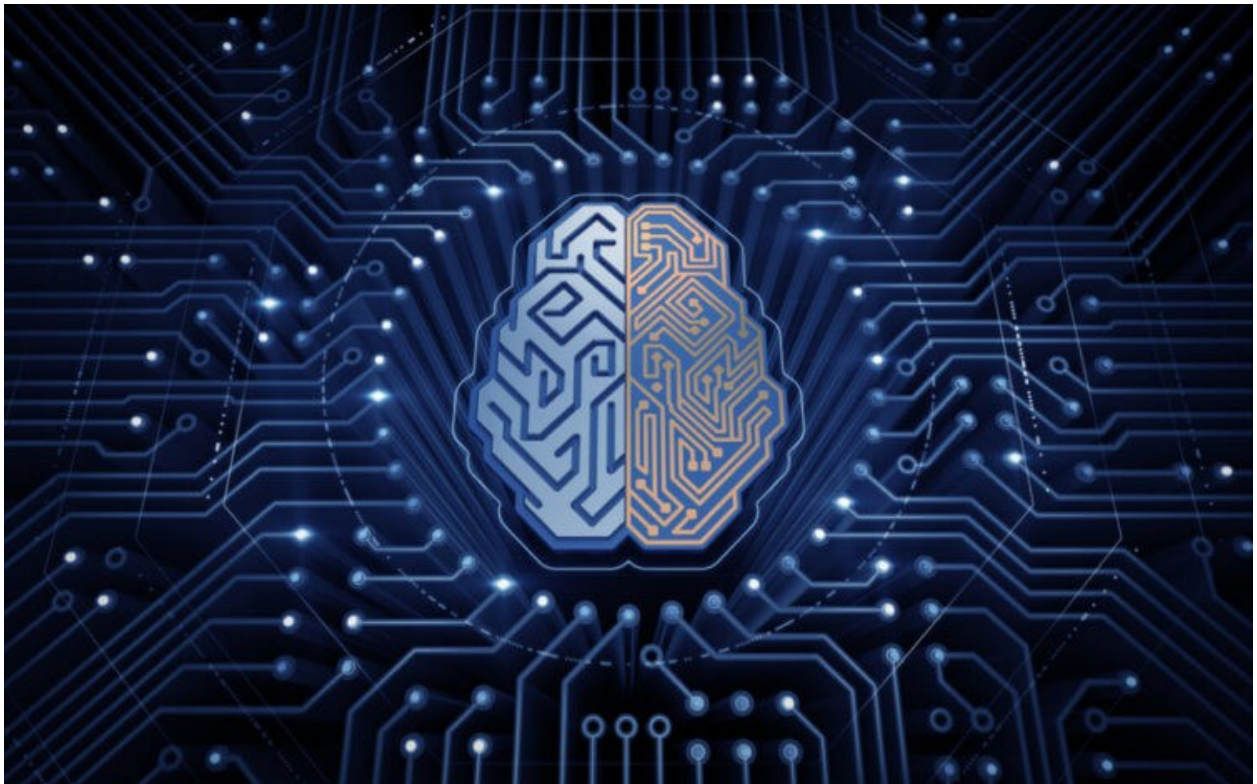


Рис 1.1 Нейромережі

Спеціалізована дослідницька компанія Venture Scanner ідентифікує 630 компаній у 46 країнах із загальним фінансуванням 1,87



мільярда доларів<sup>8</sup>. На закінчення, всі чудові Інтернет-агенти роблять кроки у глибокому просторі навчання, і ми також можемо знайти цікаву панораму серед стартапів. Глибоке навчання має багаторазове використання, тому майже всі сектори, які використовують велику кількість даних, потенційно зацікавлені в його розвитку.

Звичайно, сектор фінансових послуг є частиною цієї групи, і деякі учасники вже розробили орієнтовані на клієнтів додатки, щоб запропонувати поради щодо фінансового управління або віртуальних помічників, щоб назвати кілька прикладів.

Крім того, ШІ може бути використаний найближчим часом для підвищення ефективності внутрішніх процесів та підвищення безпеки в банківській справі.

### **1.5 Що вміє AI сьогодні?**

Сьогодні ці здібності використовуються в таких сферах[14]:

1. обробка мови. Машини розуміють людську мову в будь-якому вигляді (усну, письмову, друковану), перетворюють її або переводять з однієї мови на іншу;
2. ігрові схеми. В стратегічних іграх (шахи, шашки) пристрої прораховують ходи, складають план дій, вибирають краще рішення;
3. аналіз навколишнього середовища. У квадрокоптера і роботів-пилососах встановлені датчики, які сканують поверхні, простір, температуру повітря. Ще вони можуть відслідковувати зміни в оточенні і адаптуватися до них;
4. управління фінансами. ПІ вміє аналізувати все, що пов'язано з грошовими системами: від цілого ринку до особистого гаманця. Для останніх використовуються мобільні додатки, які рахують прибутки, витрати і вибудовують їх динаміку.

А ще:

- транспорт - контроль витрати енергії і викиду шкідливих речовин;
- телефонні служби, колл-центри, техпідтримка;
- медіа - планування і публікація новин, постів, статей;
- медицина - аналізи, процедури і навіть допомогу в догляді за пацієнтом;
- важка промисловість - підприємства, на яких занадто небезпечно або важко для людини робота. [19]

## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО OpenCV

#### 2.1 Можливості бібліотеки та її інструментарій.



Рис. 2.1. Лого бібліотеки (OpenCV)

Обробка зображення включає маніпулювання цифровим зображенням за допомогою матричного масиву крапок або пікселів, де методи, як правило, засновані на зміщенні вікна, що фіксує область вхідного зображення. Важливою сферою в обробці зображень є методи відновлення, які зосереджуються на поліпшенні якості зображень, забруднених шумом або мають втрату пікселів. Для досягнення відновлення зображення було розроблено значну кількість алгоритмів, що дозволяють відновити пошкоджені або втрачені регіони з інформації, наявної у їхньому середовищі. Крім того, останнім часом існують методи відновлення зображення, які включають складні операції лінійної алгебри, такі як; Сингулярна декомпозиція величини (SVD) масиву, але, як правило, має високі обчислювальні витрати та неефективну обробку пам'яті, обмежуючи її використання у виконанні запропонованих методів. Крім цього, більшість бібліотек обробки зображень не включають функції для негайної візуалізації результатів, що затримує візуальний аналіз вихідних зображень. Тому необхідно створити вільний програмний інструмент, який дозволяє інтегрувати функції, які ефективно виконують операції на матрицях, а також пропонує інтегрувати складні функції лінійної алгебри, які завершують

їх виконання в розумний час; Важливо, щоб цей інструмент маніпулював зображеннями в їх матричній формі і дозволяв візуалізувати отримані зображення в графічному інтерфейсі і по суті підтримує обробку складних алгоритмів обробки зображень. [25]. Створення подібного інструменту призначене для використання в дисциплінах, пов'язаних з: комп'ютерним зором, аналізом зображень та автоматизованим візуальним оглядом, що охоплює численні сфери, такі як інженерія загалом, робототехніка, астрономія, дистанційне зондування, Метеорологія, Медицина (магнітний сканер, ультразвук, радіологія), біологія, біомедицина, промисловий контроль, автоматика, телекомунікації тощо. У цій роботі під назвою «Обработка зображень Cemisid» ми пропонуємо створити цей інструмент для вдосконалення методів обробки зображень та реконструкції, розробивши функціональну бібліотеку, використовуючи бібліотеки Armadillo та OpenCV (Рис. 2.1). Які мають дві різні функції, бібліотека Armadillo C++ складається з математичних функцій лінійної алгебри, які дозволяють нам маніпулювати зображеннями в їх матричній формі, і бібліотеки OpenCV C++, яка 4 через графічний інтерфейс дозволяє візуалізувати результати алгоритмічних методів, застосованих до образи. [26].

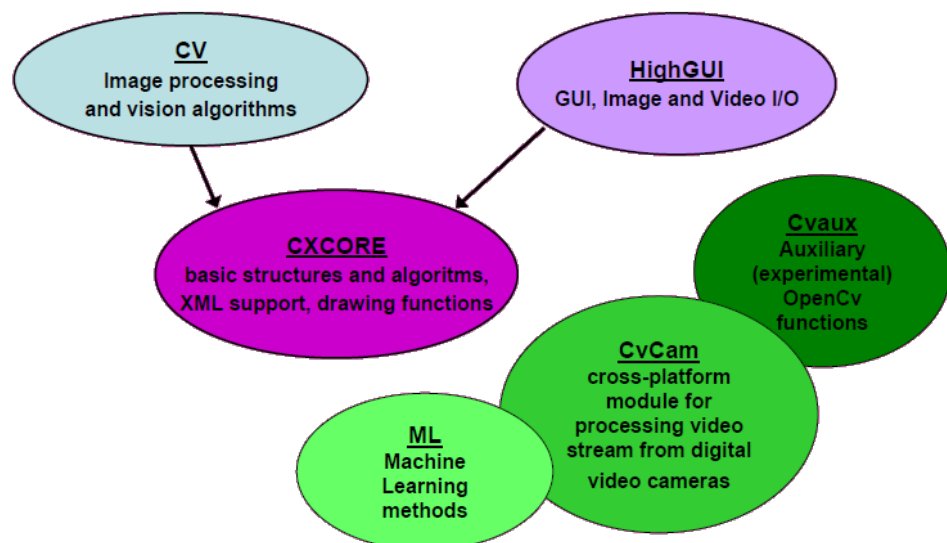


Рис. 2.2. Модулі бібліотеки (OpenCV)

## 2.2 Чим характеризується OpenCV

Бібліотека комп'ютерного зору і машинного навчання з відкритим вихідним кодом. У неї входять понад 2500 алгоритмів, в яких є як класичні, так і сучасні алгоритми для комп'ютерного зору і машинного навчання. Ця бібліотека має інтерфейси на різних мовах, серед яких є Python (в цій роботі використовуємо його), Java, C++ і Matlab.

Базовий функціонал, який буде застосовано, можна побачити на прикладах в Додатку [Б].

Як приклад дану бібліотеку можна використовувати для пошуку осіб на зображенні або в відеопотоці з відеокамери телефону або фотоапарата.

На сьогоднішній день розпізнавання об'єктів в мультимедійному відео потоці стає особливо актуальними. Ведеться дуже багато досліджень в цій області. Наприклад німецькими вченими було розроблено програмне забезпечення, яке розпізнавало фігури людей, і в залежності від того куди рухався чоловік програма автоматично повертала камеру і стежила за ним[18].

Навіщо взагалі знадобився Deep Learning в OpenCV? В останні роки в багатьох областях глибоке навчання (в деяких джерелах глибинне навчання) показує результати, що значно перевершують аналогічні у класичних алгоритмів. Це стосується і галузі комп'ютерного зору, де маса завдань вирішується із застосуванням нейронних мереж. У світлі цього факту здається логічним дати користувачам OpenCV можливість роботи з нейросетями.

Чому було обрано шлях написання чогось свого замість використання вже існуючих реалізацій? Цьому є кілька причин[1].

По-перше, так можна добитися легковажності рішення. Залишаючи тільки можливість виконання прямого проходу (forward pass) по мережі, можна спростити код, прискорити процес установки і зборки.

По-друге, маючи свою реалізацію, можна звести зовнішні залежності до мінімуму. Це спростить поширення додатків, що використовують dnn. І, якщо раніше в проєкті використовувалася бібліотека OpenCV, не важко буде додати в такий проєкт підтримку глибоких мереж.

Так само, розробляючи своє рішення, є можливість зробити його універсальним, що не прив'язаним до якогось конкретного фреймворку, його обмеженням і недоліків. При наявності власної імплементації доступні всі шляхи для оптимізації і прискорення коду[26].

Власний модуль для запуску глибоких мереж значно спрощує процедуру створення гібридних алгоритмів, що поєднують в собі швидкість класичного комп'ютерного зору і чудову узагальнюючу здатність глибоких нейронних мереж.

Варто зауважити, що модуль не є, строго кажучи, повноцінним фреймворком для глибокого навчання. На даний момент в модулі представлена виключно можливість отримання результатів роботи мережі.

Основні можливості:

Основна можливість dnn полягає, звичайно ж, в завантаженні і запуску нейронних мереж (inference). При цьому модель може бути створена в будь-якому з трьох фреймворків глибокого навчання - Caffe, TensorFlow або Torch; спосіб її завантаження і використання зберігається незалежно від того, де вона була створена[24].

Підтримуючи відразу три популярних фреймворку, ми можемо досить просто комбінувати результати роботи завантажених з них моделей без необхідності створювати все заново в одному єдиному фреймворку.

При завантаженні відбувається конвертація моделей у внутрішнє представлення, близьке до використовуваного в Caffe. Так сталося в силу історичних причин - підтримка Caffe була додана найпершою. Однак взаємно однозначної відповідності між уявленнями немає.

Підтримуються всі основні верстви: починаючи від базових (Convolution і Fully connected) і закінчуючи більш спеціалізованими - всього понад 30.

Завдання виявлення особи на зображенні є першим кроком в процесі рішення задачі розпізнавання осіб.

Існуючі алгоритми для виявлення осіб можна розділити на чотири категорії:

- Розпізнавання за допомогою шаблонів, заданих розробником;
- Емпіричний метод;
- Метод характерних симетричних ознак;
- Метод виявлення за зовнішніми ознаками, які навчаються системи.

Емпіричний підхід «базується на знаннях зверху-вниз» (knowledge based top-down methods) передбачає створення алгоритму, який реалізує набір правил, яким повинен відповідати фрагмент фотографії, для того щоб вважатися людським обличчям. Даний набір правил - це спроба формалізувати емпіричні знання про те, як виглядає обличчя на зображенні і чим керується людина для прийняття рішення: бачить він обличчя або не обличчя.

Основні правила:

- Центральна частина особи має однорідну яскравість і колір;
- У центральній і верхньої частин особи різна яскравість;
- Особа утримує в собі ніс, рот і два симетрично розташованих очі, різко відрізняються за яскравістю щодо іншої частини особи.

Метод сильного зменшення зображення використовується для того, щоб згладити перешкоди і зменшити обчислювальні операції. На такому зображенні простіше виявити зону з рівномірним розподілом яскравості, а потім перевірити наявність різко відрізняються за яскравістю областей всередині. Саме ці області можна з різною часткою ймовірності визначити як особа.

Метод побудови гістограм для того, щоб визначити області зображення, де знаходиться особа, будує горизонтальну і вертикальну гістограми. А в областях-кандидатах відбувається пошук рис обличчя. Такий підхід використовувався в самому початку розвитку комп'ютерного зору через те, що він не був вимогливим до обчислювальної потужності процесора. Методи, розглянуті вище, мають непогані показники по виявленню осіб на зображенні з нескладним однорідним фоном і легкі в реалізації. Пізніше було розроблено безліч схожих алгоритмів. Але всі ці методи абсолютно непридатні для обробки зображень, з великою кількістю осіб або зі складним фоном. Також дані методи дуже чутливі до повороту і нахилу голови.

Методи характерних симетричних ознак, що базуються на знаннях знизу-вгору (Feature invariant approaches) є другим сімейством способів для виявлення осіб. У цих методах проблема розглядається з іншого боку: немає спроби в явному вигляді формалізувати процеси, які відбуваються в людському мозку. Прихильники цього підходу намагаються виявити властивості і закономірності зображення особи неявно, знайти інваріантні особливості особи, незалежно від положення або кута нахилу[20].

Основні етапи алгоритмів цієї групи методів:

- Виявлення на зображеннях явних ознак особи: рота, носа, очей;
- Виявлення кордону, форми, кольору, текстурі, яскравості особи;
- Об'єднання всіх знайдених ознак, потім їх верифікація.

Метод виявлення осіб в складних сценах має на увазі пошук правильного геометричного розташування рис обличчя. Для цих цілей застосовується Гауссовський фільтр з безліччю різних орієнтацій і масштабів. Потім проводиться пошук відповідності знайдених рис і їх взаємного положення випадковим перебором.

Суть методу угруповання ознак у використанні другої похідної гауссовського фільтра для того, щоб знайти цікаві області зображення.



Потім за допомогою порогового фільтра групуються краю навколо кожної такої області. Після цього застосовується оцінка за допомогою байєсівської мережі для комбінування виявлених ознак - таким чином виробляється вибірка рис обличчя[24].

Методи з цієї групи мають можливість розпізнавати обличчя в різних положеннях. Але при невеликому перекритті особи іншими об'єктами, засветке або виникненні шумів відсоток розпізнавання різко падає. Значний вплив надає складний фон зображення. Основа розглянутих підходів - Емпірика. Вона є одночасно і сильною, і слабкою стороною. Велика мінливість об'єкта розпізнавання, залежність[6] від умов зйомки та освітлення дозволяють віднести детектування осіб на зображеннях до завдань високої складності. Використання емпіричних правил дозволяє побудувати якусь модель зображення особи і звести цю задачу до виконання кількох відносно простих перевірок. Але незважаючи на розумну посилку - спробувати застосувати успішно функціонує інструмент для розпізнавання - людський зір, методи з першої категорії поки дуже далекі по ефективності від свого прообразу, тому що дослідники, які обрали цей шлях, стикаються з великою кількістю труднощів. По-перше, процеси, які відбуваються в людському мозку під час розпізнавання образів, досить погано вивчені, і набір емпіричних знань про особу людини, доступних дослідникам на свідомому рівні, не вичерпує інструментарій, який використовує мозок підсвідомо. По-друге, досить важко ефективно перевести[10] неформальний людський досвід і знання в набір формальних правил, тому що жорсткі рамки правил приведуть до того, що в деяких випадках особи не будуть виявлені, і, навпаки, а надто загальні правила приведуть до великої кількості випадків помилкового виявлення.

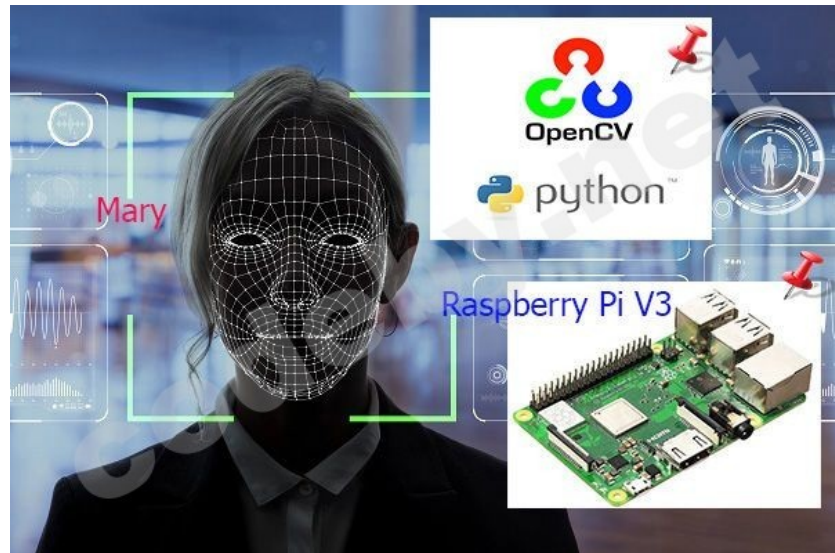


Рис. 2.3. OpenCV та Мікрокомп'ютер

Розпізнавання за допомогою шаблонів, заданих розробником (Template Matching Methods). Шаблони задають якийсь стандартний образ зображення особи, наприклад, за допомогою опису властивостей окремих частин обличчя і їх можливого взаємного положення. Детектування особи за допомогою шаблону складається в перевірці кожної області зображення на відповідність заданим шаблоном.

### 2.3 Розпізнавання обличчя за допомогою OpenCV

Ми можемо застосовувати глибоке навчання та OpenCV (без інших бібліотек, крім scikit-learn) для:

- 1.Виявити обличчя.
- 2.Обчислення 128-d вбудовування обличчя для кількісної оцінки обличчя.
- 3.Навчання підтримувальної векторної машини (SVM)
- 4.Розпізнавання обличчя у зображеннях та відеопотоках

Усі ці завдання будуть виконані за допомогою OpenCV (Рис 2.2), що дозволить нам отримати «чистий» конвеєр розпізнавання обличчя OpenCV [21].

#### Як працює розпізнавання обличчя OpenCV?

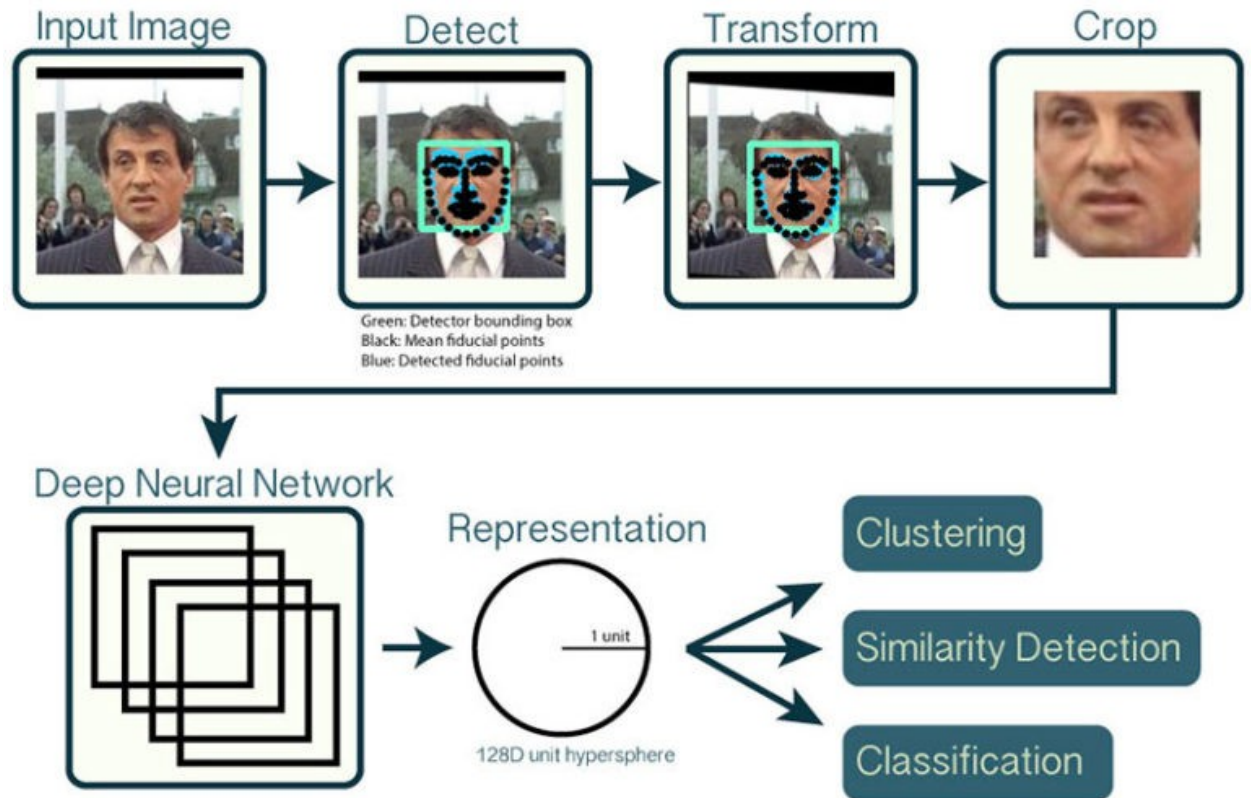


Рис. 2.4. Етапи розпізнавання

Для того, щоб побудувати наш конвеєр розпізнавання обличчя OpenCV, ми застосуємо глибоке навчання у два ключових кроки:

1. Застосувати розпізнавання обличчя, яке виявляє наявність та розташування обличчя на зображенні, але не ідентифікує його.
2. Для отримання 128-d функціональних векторів (званих "вбудовування"), які кількісно оцінюють кожне обличчя на зображенні.

Модель, відповідальна за фактичну кількісну оцінку кожного обличчя на зображенні, - це проєкт OpenFace, реалізація розпізнавання обличчя Python і Torch з глибоким навчанням. Ця реалізація виходить із публікації CVPR 2015 Schroff et al., FaceNet: Єдине вбудовування для розпізнавання обличчя та кластеризації [23].

Огляд усієї реалізації FaceNet виходить за рамки цього проєкта, але суть конвеєра можна побачити на малюнку вище.

По-перше, ми вводимо зображення або відеоряд в наш конвеєр розпізнавання обличчя. З огляду на вхідне зображення, ми застосовуємо розпізнавання обличчя для визначення наявності обличчя на зображенні.

За бажанням ми можемо обчислити орієнтири обличчя, що дозволяє попередньо обробити обличчя.

Вирівнювання обличчя, як випливає з назви, - це процес (1) ідентифікації геометричної структури граней та (2) спроби отримати канонічне вирівнювання обличчя на основі перекладу, обертання та масштабу.

Незважаючи на необхідність, вирівнювання обличчя було продемонстровано для підвищення точності розпізнавання обличчя в деяких рішеннях.

Після того як ми (необов'язково) застосували вирівнювання обличчя та кадрівання, ми передаємо вхідне обличчя через глибоку нейронну мережу:

Як модель розпізнавання обличчя глибокого навчання обчислює вбудовування обличчя.

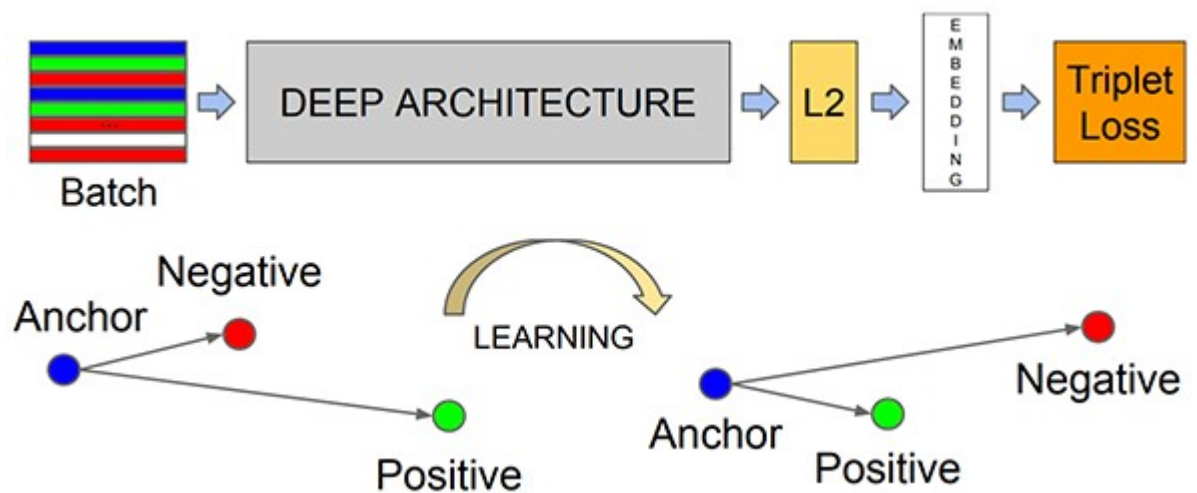


Рис. 2.5.Схема роботи моделі глибокого розпізнавання  
 Модель глибокого навчання FaceNet обчислює 128d вбудовування, яке кількісно оцінює саме обличчя(Рис 2.5).

Але як мережа насправді обчислює вбудовування обличчя?

Відповідь полягає в самому навчальному процесі, включаючи:

- Вхідні дані в мережу
- Функція втрати триплетів;
- Для підготовки моделі розпізнавання обличчя з поглибленим навчанням кожна група вхідних даних включає три зображення:
  - Позитивне зображення
  - Негативне зображення
  - Нинішнє обличчя і має посвідчення  $A$ .

Друге зображення наше позитивне зображення - це зображення також містить обличчя людини  $A$ .

З іншого боку, негативне зображення не має однакової ідентичності і може належати особі  $B$ ,  $C$  або навіть  $Y$ .

Справа в тому, що якірний і позитивний образ належать одній людині обличчя, тоді як негативне зображення не містить одного обличчя.

Нейронна мережа обчислює 128-d вбудовування для кожного обличчя, а потім налаштовує ваги мережі (за допомогою функції триплетних втрат) таким чином: 128-d вбудовування якоря та позитивний образ лежать ближче один до одного.

У той же час відсуваючи вкладки для негативного образу геть.

Таким чином, мережа здатна навчитися кількісно визначати обличчя та повертати дуже надійні та дискримінаційні вбудовування, придатні для розпізнавання обличчя.

І крім того, ми можемо фактично використовувати модель OpenFace для власних додатків без необхідності чітко її навчати!

Незважаючи на те, що модель глибокого навчання, яку ми сьогодні використовуємо, (дуже ймовірно) ніколи не бачила обличчя, які ми збираємося пройти через неї, модель все одно зможе обчислити вкладиші для кожного обличчя - в ідеалі ці вкладиші обличчя будуть достатньо відрізняється таким, що ми можемо навчити «стандартний» класифікатор машинного навчання (SVM, класифікатор SGD,

випадковий ліс тощо) на верхніх вкладишах обличчя, а тому отримати наш конвеєр розпізнавання обличчя OpenCV.

Використовуйте модель вбудовування dlib (але це не k-NN для розпізнавання обличчя).

На нашому досвіді, використовуючи обидві моделі розпізнавання обличчя OpenCV разом із моделлю розпізнавання обличчя dlib, я виявив, що вбудовування обличчя dlib є більш дискримінаційним, особливо для менших наборів даних.

Крім того, я виявив, що модель dlib менш залежить від:

1. Попередня обробка, наприклад вирівнювання обличчя
2. Використання більш потужної моделі машинного навчання поверх витягнутих вкладок обличчя

Модель k-NN працювала надзвичайно добре, але, як ми знаємо, існують більш потужні моделі машинного навчання.

### **Підсумок**

Ми використовували OpenCV для розпізнавання обличчя.

Наш засіб для розпізнавання обличчя OpenCV був створений за допомогою чотирьох стадійного процесу:

- Створіть свою базу даних зображень обличчя;
- Витягніть вкладки кожного обличчя на зображенні (знову ж таки, використовуючи OpenCV);
- Тренуйте модель поверх вкладок для обличчя;
- Використовуйте OpenCV для розпізнавання обличчя у зображеннях та відеопотоках.

Звичайно, можна поміняти місцями власний набір даних, якщо ви дотримуетесь структури каталогів проєкту, детально описаного вище.

## РОЗДІЛ 3

### ПРОЄКТУВАННЯ, РОЗРОБЛЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРИЛАДУ

#### 3.1 Підготовка та налаштування мікрокомп'ютера

Перед початком роботи потрібно записати образ дистрибутива UNIX на зазделегідь підготовлену SD-flash пам'ять, далі інсталюємо його та перезавантажуємось в систему.

Для роботи з нейронними мережами нам потрібно створити робоче оточення та налаштувати прилад під наше ПЗ, для вирішення цієї задачі треба:

- Інсталювати та активувати Python-venv;
- Скомпілювати заголовки бібліотек OpenCV та TensorFlow для швидкої роботи модуля розпізнавання;
- Склонувати git-репозиторій з програмним кодом та даними нейронних мереж;
- Запустити демонів та упевнитись в роботі системи.

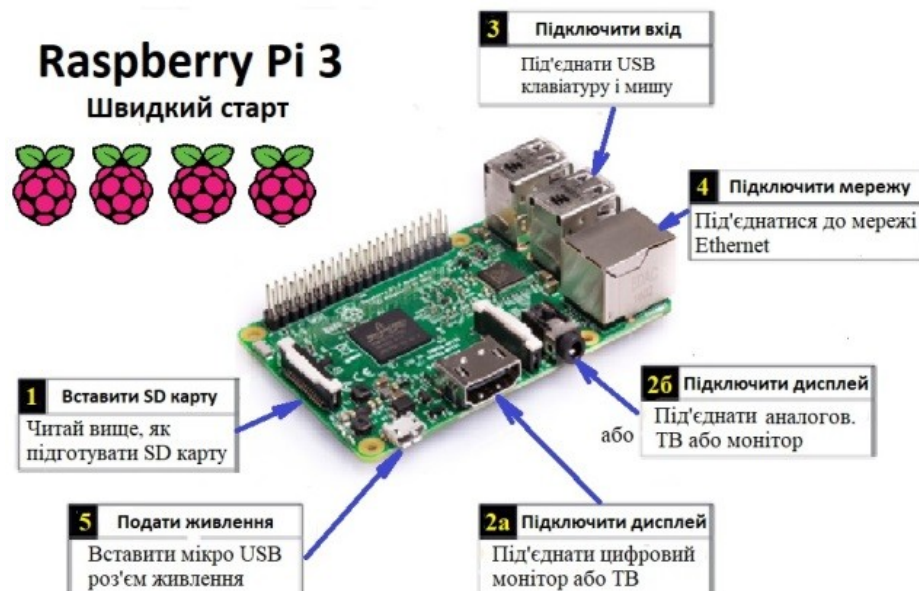


Рис. 3.1 Інтерфейси RPI 3

#### 3.2 Архітектура програмного засобу



Підготувавши work environment для роботи з бібліотеками, можна перевірити роботу програмного засобу.

### Архітектура:

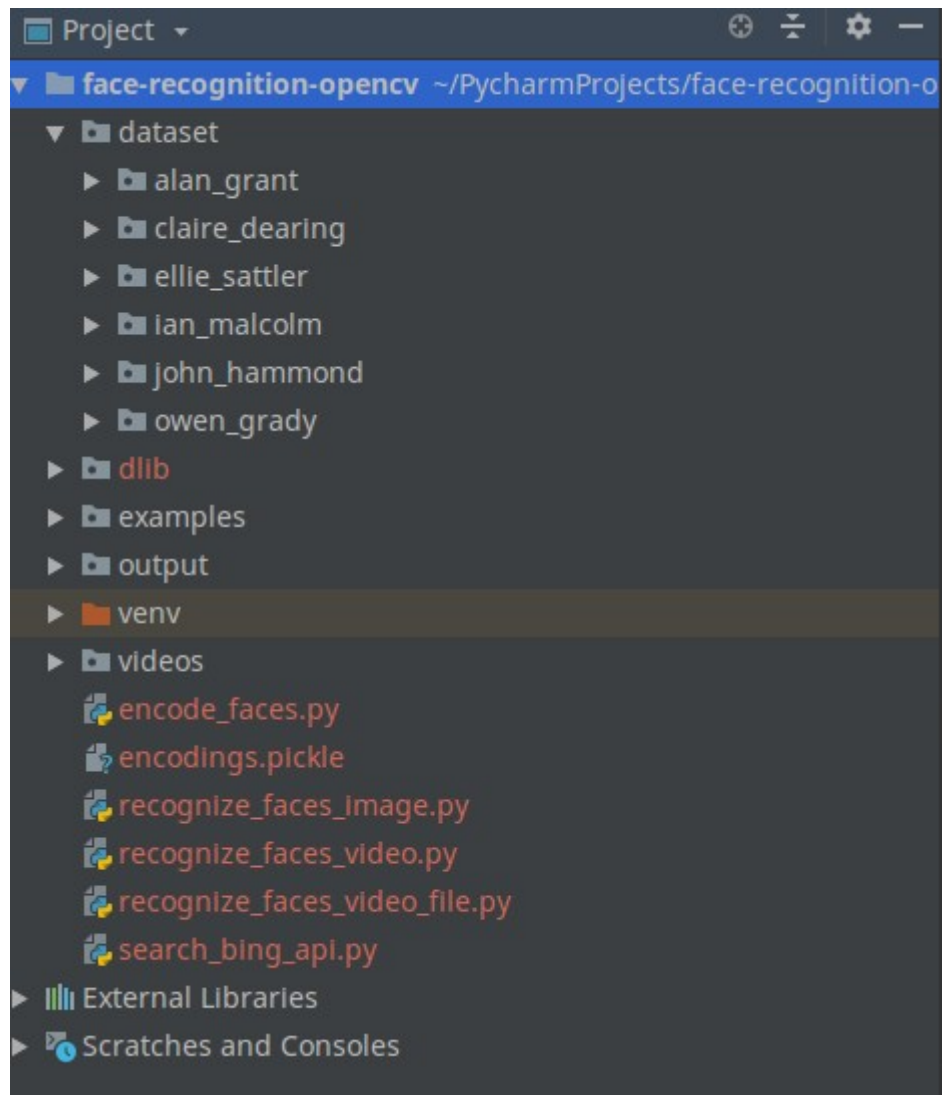


Рис. 3.2. Архітектура проекту

Для початку подивимось на архітектуру проекту (Рис. 3.2).

Корінь папки виглядає наступним чином, спочатку можна подумати що використовується якийсь паттерн та всі папки - це мікросервіси, насправді це не так. Для спрощення розуміння було використано функціональне програмування.

Розглянемо кожен файл/папку окремо;



- dataset (це папка, яка містить фото для навчання AI, тобто фото обличчя, які програма буде розпізнавати);
- dlib (програмне оточення для cv2 та python face recognition);
- encode\_faces.py (файл, який приймає sys аргументи та компілює файл encodings.pickle, який є нашою базою з математичними фото обличчя.
- examples (папка з фото з який також можна розпізнати обличчя)
- output (відеофайли з первинними джерелами, з яких буде впізнано обличчя)
- recognize\_faces\_image.py (розпізнавання обличчя з папки examples)
- recognize\_faces\_video\_file.py (розпізнавання обличчя відеопотоку)
- recognize\_faces\_video.py (розпізнавання обличчя з папки examples)
- search\_bing\_api.py (впізнає конкретного персонажа через bing api)
- venv (python оточення)
- videos (відео з квадратами або без, як показник роботи програми)

### **3.3 Підготовка та підключення всіх компонентів системи**

GPIO інтерфейс Raspberry Pi може дати вихід 3.3V, але соленоїдний замок вимагає 7-12V працювати. Через це нам потрібно використовувати зовнішнє джерело живлення і реле для управління замком. Підключимо VCC і GND релейного модуля до 5 В і GND Raspberry Pi. Потім підключіть сигнальний контакт модуля реле до GPIO 26 Raspberry Pi.

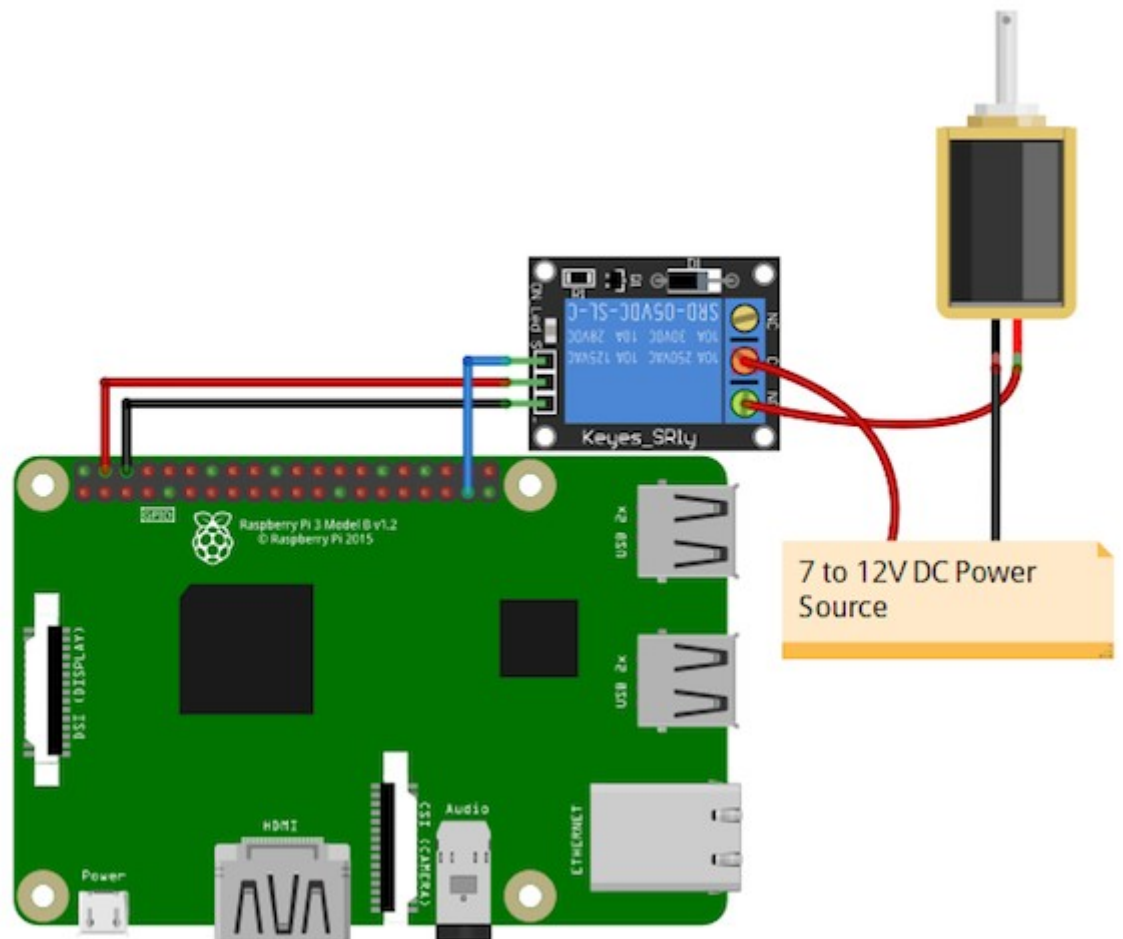


Рис. 3.3. Компоненти системи

На іншій стороні релейного модуля підключіть джерело живлення постійного струму негативної форми до негативного полюса електромагнітного замка. Підключіть позитивний струм від джерела живлення постійного струму до загального модулю реле, а потім підключимо нормально розімкнутий від модуля реле до позитивного полюса електромагнітного замка дверей.

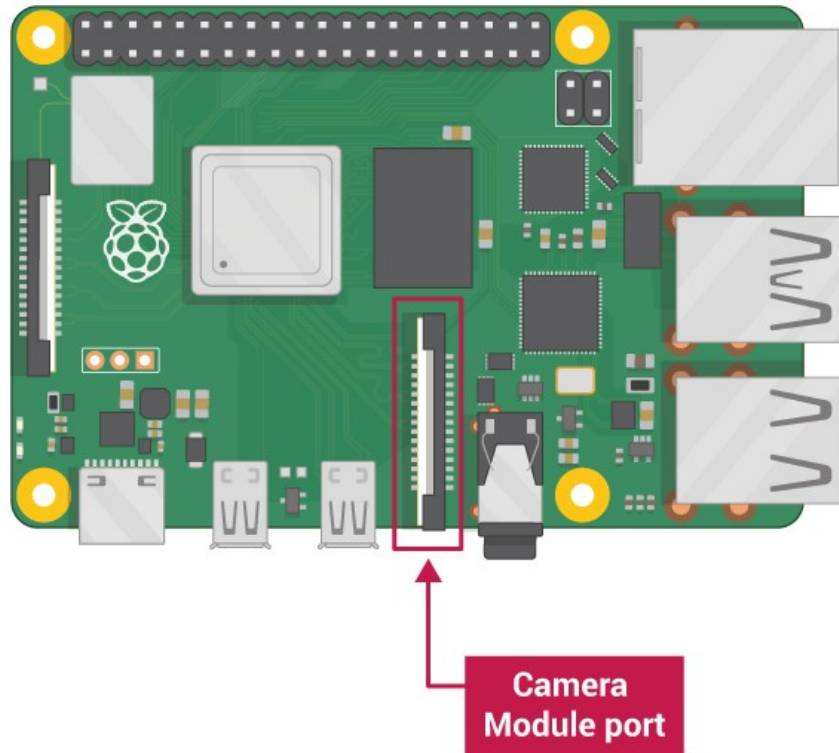


Рис. 3.4. Інтерфейс камери

### Збір даних для виявлення особи:



Рис. 3.5 Приклад початкових даних

Перше завдання - зібрати дані, для яких ми збираємося навчити наш розпізнавач. Ми напишемо код на python, який буде приймати 30 обличчя кожної людини, використовуючи попередньо навчений класифікатор OpenCV. OpenCV вже містить багато попередньо навчених класифікаторів для обличчя, очей, посмішки і т. Д

Класифікатор, який ми збираємося використовувати, виявить особи, і каскадний файл.

Тепер ми можемо навчити розпізнавач відповідно до даних, які ми зібрали.

### 3.4 Тестування

Наша система розпізнавання обличчя працює приблизно в 1-2 FPS. Переважна більшість обчислень відбувається під час розпізнавання обличчя, а не під час його виявлення. Крім того, чим більше обличчя у наборі даних, тим більше порівнянь проводиться для процесу обробки, що призводить до уповільнення розпізнавання обличчя.

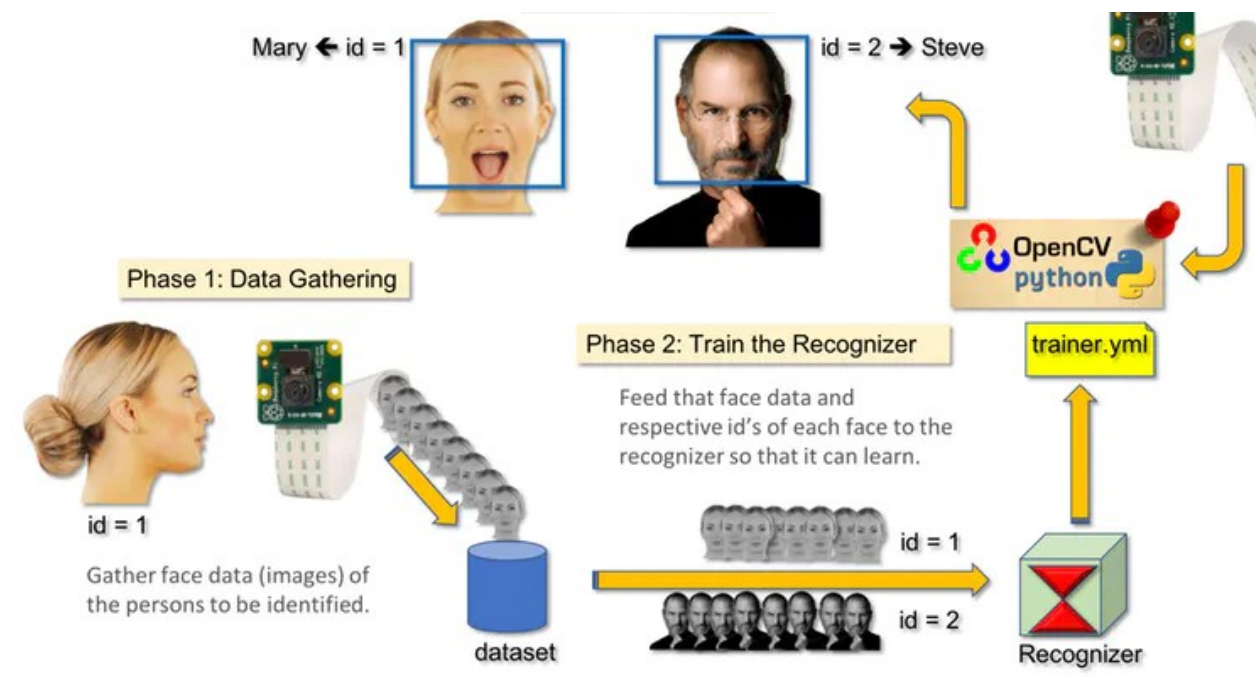


Рис 3.6. Схема опрацювання зображення

Тому слід розглянути можливість обчислення повного розпізнавання обличчя (тобто вилучення 128-бітного вбудовування обличчя) раз на кожні  $N$  кадрів (де  $N$  - визначена користувачем змінна), а потім застосувати прості алгоритми відстеження (наприклад, відстеження центроїдів) для відстеження виявленого обличчя. Такий процес дозволяє вам отримати 8-10 FPS на Raspberry Pi для

розпізнавання обличчя. Схема управління замком повністю робоча і працює дуже швидко.

## ВИСНОВКИ

Автоматичне розпізнавання та ідентифікація обличчя на сьогоднішній день є достатньо актуальною задачею, адже технологія використовується у безлічі сферах та комерційних проєктах. Якщо подивитися на задачу як на комплексну проблему, то рішення підзадачі може мати вплив на інші або навпаки. На момент написання проєктної роботи, ця технологія обслуговує та значно спрощує майже всі галузі до яких можна її приєднати, тобто від систем питань безпеки, до безготівкових сплат та навіть в розважальних цілях вона дуже добре себе зарекомендувала. Система ідентифікації обличчя та нейронні мережі в поєднанні дають величезні потужності для автоматизації того чи іншого процесу.

Все ж для всіх таких систем класифікують наступні кроки для вирішення питань з розпізнавання:

- Крок 1. Фотографія вашого обличчя зроблена з фотографії або відео. Ваше обличчя може з'явитися на самоті або в натовпі.
- Крок 2. Програма розпізнавання осіб зчитує геометрію вашого обличчя. Ключові фактори включають відстань між очима і відстань від чола до підборіддя. Програмне забезпечення ідентифікує лицьові орієнтири, система ідентифікує 68 з них, які є ключовими для розрізнення вашого обличчя. Результат: ваш лицьовий підпис.
- Крок 3. Його лицьова сигнатура, математична формула, порівнюється з базою даних відомих осіб. І врахуйте це: принаймні 117 мільйонів американців мають зображення своїх

осіб в одній або декількох поліцейських базах даних. Згідно зі звітом за травень 2019 року, ФБР має доступ до 412 мільйонів зображень особи для проведення обшуків.

- Крок 4. Визначення зроблено. Ваше зображення може збігатися із зображенням в базі даних системи розпізнавання осіб.

Але в такому разі повинна бути на висоті система кондиційності.

Так в чому проблеми? Ось кілька з них:

- Безпека. Ваші особисті дані можуть бути зібрані і збережені, часто без вашого дозволу. Хакери можуть отримати доступ і вкрасти ці дані.
- Поширеність Технологія розпізнавання обличчя стає все більш поширеною. Це означає, що ваш лицьовий підпис може з'явитися в багатьох місцях. Ви, ймовірно, не будете знати, хто має до нього доступ.
- Безпека. Розпізнавання обличчя може привести до переслідування і в Інтернеті. Як? Наприклад, хтось знімає вас на фото в метро або іншому громадському місці і використовує програмне забезпечення для розпізнавання осіб, щоб точно дізнатися, хто ви.
- Неправильна особистість. Скажімо, наприклад, що поліція використовує розпізнавання осіб, щоб спробувати ідентифікувати когось, хто пограбував магазин. Системи розпізнавання обличчя можуть бути не на 100% точними. Що якщо поліція вважає, що підозрюваний - це ви?
- Правові свободи. Урядові установи можуть мати можливість відстежувати вас. Те, що ви робите і куди йдете, більше не буде приватним. Може бути неможливо залишатися анонімним.

У ході роботи було спроектовано та розроблено систему, яка може навчатись та розпізнавати обличчя. У ході роботи було використано

бібліотеки Open CV, Face Recognition для мови програмування Python. Програма та пристрій працює відмінно.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 OpenCVInfo [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B0>.
2. H. A. Rowley, S. Baluja, T. Kanade. Neural Network-Based Detection // 1998.
3. Dalal N., Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection // Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on– С. 886-893.
4. Manisha M. Face Recognition Using Neural Network: A Review// Manisha M.Kasar<sup>1</sup> , Debnath Bhattacharyya<sup>1</sup> and Tai-ho Kim<sup>2</sup>.
- 5.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.sersc.org/journals/IJSIA/vol10\\_no3\\_2016/8.pdf](http://www.sersc.org/journals/IJSIA/vol10_no3_2016/8.pdf)
6. Zhao W., Chellappa R., Rosenfeld A., Phillips P.J. Face recognition: A literature survey. ACM Computing Surveys. 2003. 35(4):399–458.
7. Iosifidis, A., Gabbouj, M. Scaling-up class-specific kernel discriminant analysis for large-scale face verification. IEEE Transactions on Information Forensics and Security. 2016.11(11):2453–2465
8. Berg T.I., Berg A.C., Edwards J., Forsyth D.A. Who's in the Picture?. In: Proceedings of the Neural Information Processing Systems Conference (NIPS). Springer. 2004. pp. 137–144.
9. Almodhahka N., Nixon M., Hare J. Human face identification via comparative soft biometrics. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Identity, Security and Behavior Analysis (ISBA). Sendai, JP, 29 Feb–02 Mar 2016. pp. 1–6.

10. Як працює штучний інтелект [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sciencenews.com/uk/nauka/10147-yak-pracyu-shtuchniy-ntelekt.html>
11. Аналітика ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: cad.kpi.ua.
12. Факти щодо роботи ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sciencenews.com/uk/nauka/10147-yak-pracyu-shtuchniy-ntelekt.html>
13. Наукові дослідження в програмуванні нейронних мереж [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://cad.kpi.ua/attachments/093\\_2017dm\\_Savelyev.pdf](http://cad.kpi.ua/attachments/093_2017dm_Savelyev.pdf).
14. Якісь додатки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: docplayer.net.
15. Наукові роботи по вивченню та дослідженню ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://cad.kpi.ua/attachments>.
16. Екземпляри роботи ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://asyan.org/potre>
17. Робота з RPI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: mikrotik.kpi.ua
18. Студ. Портал [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://uchni.com.ua/informatika/17956/index.html?page=2>
19. Про машинне навчання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://nure.ua/wp-content/uploads/Main\\_Docs\\_NURE/skr\\_doroha.pdf](https://nure.ua/wp-content/uploads/Main_Docs_NURE/skr_doroha.pdf)
20. Роботи на тему ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://eprints.library.odeku.edu.ua/4497/1/uhtmj\\_11\\_2012\\_68.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/4497/1/uhtmj_11_2012_68.pdf).
21. Інформація щодо ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://openarchive.nure.ua/bitstream/document/www.BiblioFond.ru>
22. Статті до ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.BiblioFond.ru/view.aspx?id=699589>



23. Програмування OpenCV [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://prog.bobrodobro.ru/15001>
24. Програмування ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://stud.wiki/programming/2c0b65625b3ad69b5c43b88521306d27\\_0.html](https://stud.wiki/programming/2c0b65625b3ad69b5c43b88521306d27_0.html)
25. Теоретичні відомості програмування OpenCv [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://uadoc.zavantag.com/text/2103/index-1.html>.
26. Advantages of Programmable Compile Time with Metaprogramming: the Case of ASN.1 and Perl 6 [Електронний ресурс] // Nataliya Osipova, Oleksandr Kyriukhin. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/profile/Vadim\\_Ermolayev/publication/334121888\\_Proc\\_15th\\_Int\\_Conf\\_on\\_ICT\\_in\\_Education\\_Research\\_and\\_Industrial\\_Applications ICTERI\\_2019\\_Volume\\_I\\_Main\\_Conference\\_Kherson\\_Ukraine\\_June\\_12-15\\_2019/links/5d1dc5f292851cf440633110/Proc-15th-Int-Conf-on-ICT-in-Education-Research-and-Industrial-Applications-ICTERI-2019-Volume-I-Main-Conference-Kherson-Ukraine-June-12-15-2019.pdf#page=126](https://www.researchgate.net/profile/Vadim_Ermolayev/publication/334121888_Proc_15th_Int_Conf_on_ICT_in_Education_Research_and_Industrial_Applications ICTERI_2019_Volume_I_Main_Conference_Kherson_Ukraine_June_12-15_2019/links/5d1dc5f292851cf440633110/Proc-15th-Int-Conf-on-ICT-in-Education-Research-and-Industrial-Applications-ICTERI-2019-Volume-I-Main-Conference-Kherson-Ukraine-June-12-15-2019.pdf#page=126).
27. Сміжна інформація що до ШІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://revolution.allbest.ru/law/00505952\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/law/00505952_0.html).
28. Activity plan template for supporting study science with robotics and programming [Електронний ресурс] // Goncharenko, T., Kushnir, N., Valko, N., Osipova, N. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/9539>.
29. Додатковий матеріал до програмування [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://revolution.allbest.ru/law/00505952\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/law/00505952_0.html)

## Додатки

### Додаток \_\_А

## Сканкопія кодексу академічної доброчесності

### КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНЬСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

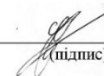
Я, Сиряков Олександр Васильович,  
учасник(ця) освітнього процесу Херсонського державного університету, УСВІДОМЛЮЮ, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

**ЗАЯВЛЯЮ**, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

- дотримуватися:
  - вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;
  - принципів та правил академічної доброчесності;
  - нульової толерантності до академічного плагіату;
  - моральних норм та правил етичної поведінки;
  - толерантного ставлення до інших;
  - дотримуватися високого рівня культури спілкування;
- надавати згоду на:
  - безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;
  - оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;
  - використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;
- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
  - надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
  - не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
  - своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
  - не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
  - підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
  - поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
  - не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
  - відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
  - запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
  - не брати участі в будь-якій діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
  - не підроблювати документи;
  - не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;
  - не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки;
  - не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;
  - не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;
  - не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символи університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;
  - не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;
  - не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

**УСВІДОМЛЮЮ**, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

05.05.20  
(дата)

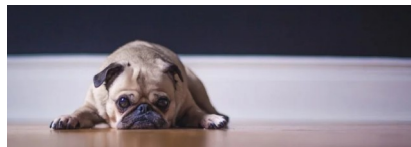
  
(підпис)

Сиряков Олександр  
(ім'я, прізвище)

## Додаток \_\_ Б

### Приклади базового функціоналу OpenCv:

#### Кадрування:



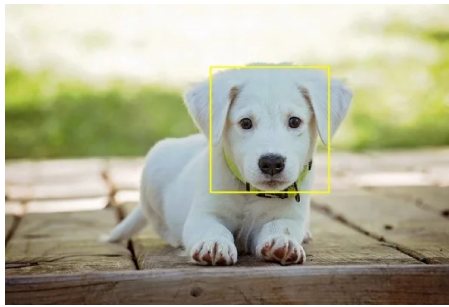
#### Зміна розміру



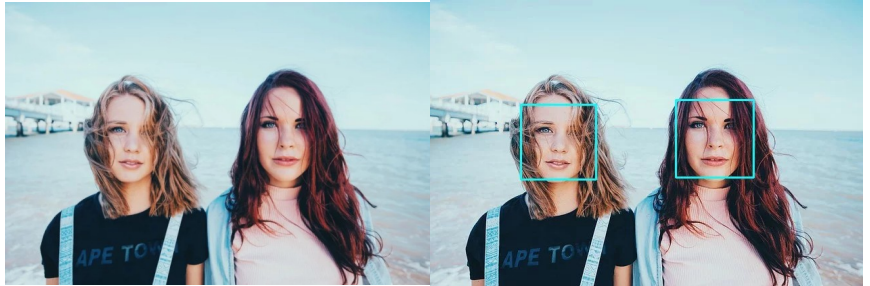
**Переклад в градації сірого і в чорно-біле  
зображення з порогу**



**Малювання Прямокутників**



### Розпізнавання обличчя



Обл

### Пошук обличчя на зображенні (для тестування)



Input



Output

```
import face_recognition
image = face_recognition.load_image_file("your_file.jpg")
face_locations = face_recognition.face_locations(image)
```

### Пошук рис обличчя на зображенні:



Input



Output

```
import face_recognition
image = face_recognition.load_image_file("your_file.jpg")
face_landmarks_list = face_recognition.face_landmarks(image)
```

## Модуль розпізнавання обличчя



Input



Picture contains  
"Joe Biden"

Output

```
import face_recognition
known_image = face_recognition.load_image_file("biden.jpg")
unknown_image = face_recognition.load_image_file("unknown.jpg")

biden_encoding = face_recognition.face_encodings(known_image)[0]
unknown_encoding = face_recognition.face_encodings(unknown_image)[0]

results = face_recognition.compare_faces([biden_encoding], unknown_encoding)
```